

PUB-NUM: DE 19514718 A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19514718 A1

TITLE: Curved surface measuring method, e.g. for  
optical waveguide

PUBN-DATE: October 24, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
EIGENSTETTER, HERBERT	DE
HEPP, FRANZ DIPL. INC.	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIEMENS AG	DE

APPL-NO: DE 19514718

APPL-DATE: April 21, 1995

PRIORITY-DATA: DE 19514718 A ( April 21, 1995)

INT-CL (IPC): G01C007/00, G01E011/24, G01M011/08, G02B006/04

EUR-CL (EPC): G01B011/30

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=0>External deformities are produced on the outer surface of the waveguide for different optical waveguide spacings. These height differences from the ideal, straight profile can be detected by tangential illumination and simultaneous tangential image pickup by a camera. (8) A reference blade (10) is provided at a small distance from the waveguide. A screen is provided in front of the light source (5) to generate parallel light beams. The camera is preferably a semiconductor CCD camera.



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 195 14 718 A 1

(61) Int. Cl. 6:  
**G 01 C 7/00**  
G 01 B 11/24  
G 01 M 11/08  
G 02 B 6/04  
// G01B 121:24

(21) Aktenzeichen: 195 14 718.9  
(22) Anmeldetag: 21. 4. 95  
(23) Offenlegungstag: 24. 10. 96

DE 195 14 718 A 1

(71) Anmelder:

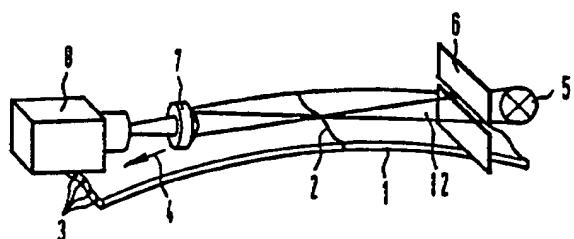
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Eigenstetter, Herbert, 82152 Planegg, DE; Hepp, Franz, Dipl.-Ing., 81739 München, DE

(54) Verfahren zur Vermessung von gekrümmten Oberflächen

(57) Bei der Produktion von LWL-Bändern (1) sollen produktionsbedingte Abweichungen frühzeitig erkannt werden. Bei unterschiedlichen LWL-Faser-Abständen werden äußere Unebenheiten auf dem Oberflächenprofil (2) des LWL-Bandes (1) erzeugt. Diese Höhenabweichungen vom Idealfall, dem geradlinigen Profil, lassen sich durch tangentiale Beleuchtung bei gleichzeitiger tangentialer Bildaufnahme über eine Kamera (8) ermitteln. Der Einsatz einer in geringfügigem Abstand über dem LWL-Band (1) angeordneten Referenzschneide (10) verbessert die Meßgenauigkeit wesentlich.



DE 195 14 718 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Untersuchung von in einer Richtung gekrümmten Oberflächen, die senkrecht zur Krümmungsrichtung annähernd eben sind. Es werden insbesondere die Oberflächen von Lichtwellenleiter-(LWL)-Bändern untersucht, wobei die Oberfläche von außen beleuchtet wird.

Im Stand der Technik sind Vorrichtungen und Verfahren zur kontinuierlichen Untersuchung von Lichtleitfasern bekannt, wobei das Licht einer Lichtquelle in die Faser eingekoppelt wird, die in einem Ziehofen hergestellt wird. Zur Erkennung von Fehlern an der Lichtleitfaser wird mittels eines Detektors erfaßt, wieviel Streulicht im Anschluß an den Ziehofen nach außen tritt.

Bei Lichtwellenleiter-Bändern sind mehrere Einzelfasern in einem breiten Band zusammengefaßt. Hierbei ist die gleichmäßige Anordnung dieser Bänder nebeneinander und in der Höhe bzw. in der Mitte des Bandes von entscheidender Bedeutung für die Qualität bzw. für die Lichtausbeute. Somit ist die genaue Lage jeder einzelnen Lichtwellenleiter-Faser von wesentlicher Bedeutung und eine diesbezügliche Abweichung während der Fertigung eines LWL-Bandes sollte schnellstmöglich erkannt werden.

Die bisherige Praxis sieht eine zerstörende Prüfung vor, bei der Stichproben vorgenommen werden. Dies ist eine sehr zeitintensive Meßmethode. Zudem ist die Messung nicht automatisierbar, d. h. nicht in eine Fertigungsline integrierbar. Ein Fehler innerhalb eines LWL-Bandes wird bei der bisherigen visuellen Vermessung festgestellt, indem ein LWL-Band aufgeschnitten wird und ein Schliffbild des Querschnittes hergestellt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gekrümmte Oberfläche derart zu vermessen, daß geringe Höhenunterschiede quer zur Krümmungsrichtung detektierbar sind.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 2. Vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen entnommen werden.

In der Erfindung wird die Krümmung der zu vermessenden Oberfläche eines zu prüfenden Gegenstandes derart ausgenutzt, daß sämtliche Oberflächenbereiche kontinuierlich oder sukzessive annähernd tangential beleuchtet werden und das Oberflächenprofil, das im Idealfall eine Gerade darstellt, wird in eine in Beleuchtungsrichtung hinter dem Objekt liegende, ebenfalls tangential angeordnete Kamera abgebildet. Zur Erzeugung einer möglichst kontrastreichen Abbildung in der Kamera wird dieser flache Winkel, der bei der tangentialen Beleuchtung vorliegt, gewählt, damit das Licht über eine annähernd vollständige Totalreflexion auf der Oberfläche des LWL-Bandes in die Kamera gelangt. Diese Abbildung ist demnach auch bei transparenten Materialien, wie es bei einem LWL-Band der Fall ist, möglich, da durch Interferenzerscheinungen eine kontrastreiche Abbildung erzielbar ist.

Eine weitere Lösung der gestellten Aufgabe geschieht ebenfalls mit annähernd tangentialer Beleuchtung und annähernd tangentialer Bildaufnahme. Dabei wird in dem Bereich des Scheitelpunktes, der beleuchtet wird, eine sog. Referenzschneide in geringem Abstand über der Oberfläche und quer zur Krümmungsrichtung angeordnet. Durch die seitliche Beleuchtung wird ein Spiegelbild der Referenzschneide auf der zu vermessenden Oberfläche erzeugt. Bei gleichzeitiger Abbildung

von Referenzschneide und Spiegelbild in der Kamera wird bei ideal gerader Oberfläche ein Lichtspalt abgebildet, wobei die obere Kante der Referenzschneide entspricht und die untere Kante der Oberfläche des Prüfobjektes. Der Abstand kann direkt vermessen werden. Durch die Spiegelung an der Oberfläche des Meßobjektes kommt es zu einer Erhöhung der Auflösung um den Faktor 2.

Wird die Version der Erfindung ohne den Einsatz der Referenzschneide gewählt, so ist es vorteilhaft, das Licht durch eine querliegende Schlitzblende, die hinter der Beleuchtungsquelle angeordnet ist, in zur Oberfläche senkrechter Richtung zu parallelisieren. Durch den Einsatz dieser Schlitzblende wird der Kontrast in der Abbildung verstärkt.

Falls eine annähernd tangentiale Beleuchtung und Bildaufnahme aus Platzgründen nicht erfolgen kann, so ist die Variante der Erfindung vorzuziehen, bei der eine Referenzschneide eingesetzt wird. Dies begründet sich auf die Erzeugung eines Spiegelbildes der Referenzschneide, was auch bei größeren Einstrahlungswinkeln gegeben ist. Notwendig ist jedoch die gleichzeitige Abbildung der Referenzschneide und des Spiegelbildes in der Kamera.

Die Verwendung einer herkömmlichen Kamera erfordert ein Bildauswerte- bzw. Bildverarbeitungsverfahren. In vorteilhafter Weise wird eine sog. CCD-Kamera (Halbleiterkamera) eingesetzt. Diese weist wesentliche Vorteile zur örtlichen Auflösung innerhalb eines Bildes auf.

Im folgenden werden anhand von schematischen Figuren Ausführungsbeispiele beschrieben.

Fig. 1 und 2 zeigen eine automatische Profilmessung an einem LWL-Band mit dem entsprechenden Monitorbild,

Fig. 3 und 4 zeigen eine automatische Profilmessung an einem LWL-Band unter Einsatz einer Referenzschneide und das zugehörige Monitorbild,

Fig. 5 zeigt den ungefähren Strahlengang auf der Seite der Abbildungsstrahlen in zwei willkürlichen Ebenen.

Die Herstellung von LWL-Bändern sieht vor, daß diese über eine Rolle mit einer Geschwindigkeit von beispielsweise 100 m/min laufen. Es wird eine optische Abbildung des Oberflächenprofils des an dieser Stelle gekrümmten Bändchens auf eine CCD-Kamera bewirkt, wobei zwei Varianten die erfindungsgemäße Aufgabe lösen.

In der Fig. 1 wird ein LWL-Band 1 mit leichter Krümmung dargestellt. Eine Meßanordnung, bestehend aus einer Lichtquelle 5, einer Schlitzblende 6, einem Objektiv 7 und einer Kamera S beleuchtet an einem vorgegebenen Scheitelpunkt das dort vorliegende Oberflächenprofil 2. Die Bewegungsrichtung 4 des LWL-Bandes 1 in der Fertigung wird durch den entsprechend vermerkten Pfeil angedeutet. Durch die tangentiale Beleuchtung und ebenfalls tangentiale Bildaufnahme kann eine Abbildung des Oberflächenprofils 2 in die Kamera 8 erzeugt werden. Der Einsatz einer Schlitzblende 6 ist zur Erhöhung des Kontrastes in der Abbildung vorteilhaft.

In der Fig. 2 wird ein Beispiel für ein Monitorbild, d. h. für die Abbildung des Oberflächenprofils 2 gegeben. Das abgebildete Oberflächenprofil 9 weist keinerlei Überhöhungen auf. Daraus ist zu schließen, daß die LWL-Faser 3 sämtlich in gewünschter Lage positioniert sind.

In der Fig. 3 werden die Beleuchtung und die Bildaufnahme eines Scheitelpunktes bzw. eines Oberflächenprofils 2 unter Zuhilfenahme einer Referenzschneide

10 ebenfalls in annähernd tangentialer Richtung durchgeführt. Eine Schlitzblende 6 ist hier nicht vorgesehen. Die oberhalb des LWL-Bandes 3 in geringem Abstand und parallel zu dessen Oberfläche positionierte Referenzschneide 10 ist so scharfkantig wie möglich und geradlinig ausgebildet. Deren Abbildung in die Kamera 8 kann somit ebenfalls eine Gerade sein. Einerseits kann die Kombination aus Referenzschneide 10 und Oberflächenprofil 2 an der darunterliegenden Stelle des LWL-Bandes 3 als Schlitzblende betrachtet werden. Abgebildet werden in diesem Fall jedoch die Referenzschneide 10 und das an der Oberfläche des LWL-Bandes 1 erzeugte Spiegelbild 11 der Referenzschneide 10.

Bei fehlerfreiem Oberflächenprofil des LWL-Bandes 3 erscheint, wie in Fig. 4 dargestellt, die Abb. 15 der Referenzschneide 10 als kontraststarke Linie oberhalb des erkennbaren Lichtspaltes und das abgebildete Oberflächenprofil 9 des LWL-Bandes 1 an dessen Unterseite. In diesem Fall liegen ebenfalls keine wesentlichen Fehler in Form von Überhöhungen innerhalb der Oberfläche, insbesondere nicht an diesem Scheitelpunkt vor.

In Fig. 5 ist ein Ausschnitt aus einem LWL-Band 1 dargestellt. Die Oberfläche ist nicht gleichmäßig, sondern zeigt entsprechend dem Oberflächenprofil 2 Überhöhungen. Auf die Darstellung des Beleuchtungsstrahles 12, wie in Fig. 1, ist in Fig. 5 verzichtet worden. Es ist erkennbar, daß die Abbildungsstrahlen 13, 14 für zwei ausgewählte Ebenen zum einen eine Abb. 15 der Referenzschneide in der Kamera 8 und zum anderen eine Abb. 9 des Oberflächenprofils 2 in der Kamera 8 bewirken. Durch die hier fehlerhaft vorliegende Überhöhung innerhalb des Oberflächenprofils 2 ergibt sich das entsprechend ausgebildete, an seiner Oberseite nicht geradlinige Spiegelbild 11 der Referenzschneide 10. An dieser Stelle ist anzumerken, daß ein erwähnter Scheitelpunkt des LWL-Bandes 1 nicht unbedingt mit dem Oberflächenprofil 2, das gerade abgebildet werden soll, zusammenfällt. In Fig. 5 liegen Referenzschneide 10 und Spiegelbild 11 nicht übereinander.

Die Abbildung in der Kamera entspricht bei kleinen Krümmungen des LWL-Bandes 1 näherungsweise dem Bandprofil bzw. dem Oberflächenprofil 2. Aufgrund des Spiegelprinzipes ist es um den Faktor 2 vergrößert. So mit liegt bei Einsatz einer Referenzschneide 10 eine erhöhte Auflösung vor. Optische Verzerrungen bei der Verwendung der in der Abbildung gleichzeitig sichtbaren Referenzschneide 10 als Bezugsgerade können automatisch kompensiert werden. Das Monitorbild eignet sich sowohl für die visuelle Prüfung, als auch zur vollautomatischen Profilmessung in einer Fertigungslinie unter Einsatz eines Bildverarbeitungssystems. Bei Einsatz eines hochgenauen Bildverarbeitungssystems besteht die Möglichkeit, den Profilverlauf zur visuellen Beurteilung noch stärker überhöht darzustellen, als dies bei der direkten Visualisierung der optischen Abbildung entsprechend Fig. 5 durch eine Optik möglich ist.

Die Vermessung eines LWL-Bandes 1 geschieht in der Regel an einem an der statischen Meßeinrichtung vorbeigeführten geringfügig gekrümmten Band. Es ist auch denkbar, daß eine gesamte Oberfläche eines gekrümmten Körpers vermessen werden kann, indem jeweils bestimmte Meßfenster festgelegt werden, die sukzessive abgearbeitet werden.

eine gleichmäßige Krümmung in einer Richtung aufweisen und senkrecht zur Krümmung annähernd eben sind, mittels einer optischen Abbildung eines Oberflächenprofils (2) in eine Kamera (8), wobei die Beleuchtung und die Bildaufnahme in Krümmungsrichtung und relativ zum Oberflächenprofil (2) jeweils gegenüberliegend und in annähernd tangentialer Richtung geschehen, so daß Abweichungen im ebenen Oberflächenprofil (2) erkennbar sind.

2. Verfahren zur Vermessung von Oberflächen, die eine gleichmäßige Krümmung in einer Richtung aufweisen und senkrecht zur Krümmungsrichtung annähernd eben sind, mittels gleichzeitiger optischer Abbildung einer Referenzschneide (10) und eines auf der Oberfläche erzeugten Spiegelbildes (11) der Referenzschneide (10) in eine Kamera (8), wobei die Beleuchtung und die Bildaufnahme in Krümmungsrichtung und relativ zum Oberflächenprofil (2) jeweils gegenüberliegend und in annähernd tangentialer Richtung geschehen, die Referenzschneide (10) über dem zu vermessenden Oberflächenprofil (2) und quer zur Beleuchtungsrichtung und in der Nähe der annähernd ebenen Oberfläche angeordnet ist, so daß ein Spiegelbild (11) der Referenzschneide (10) auf der Oberfläche entsteht und die Referenzschneide (10) und das Spiegelbild (11) in die Kamera (8) abgebildet werden, um Abweichungen im ebenen Oberflächenprofil (2) zu detektieren.

3. Verfahren nach Anspruch 1, worin hinter der Lichtquelle (5) im Beleuchtungsstrahl (12) eine waagerecht liegende Schlitzblende (6) angeordnet ist, so daß annähernd parallelisiertes Licht erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, worin die Richtung von Beleuchtung und Bildaufnahme unter Beibehaltung der gleichzeitigen optischen Abbildung der Referenzschneide (10) und des entsprechenden Spiegelbildes (11) in die Kamera (8) von der relativ zur gekrümmten Oberfläche tangentialen Richtung abweichen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Kamera (8) eine Halbleiterkamera ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Oberfläche eines Lichtwellenleiter-(LWL)-Bandes (1) vermessen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, worin sich das LWL-Band in Krümmungsrichtung bewegt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Bildauswertung automatisch über ein Bildverarbeitungssystem geschieht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Vermessung von Oberflächen, die

**- Leerseite -**

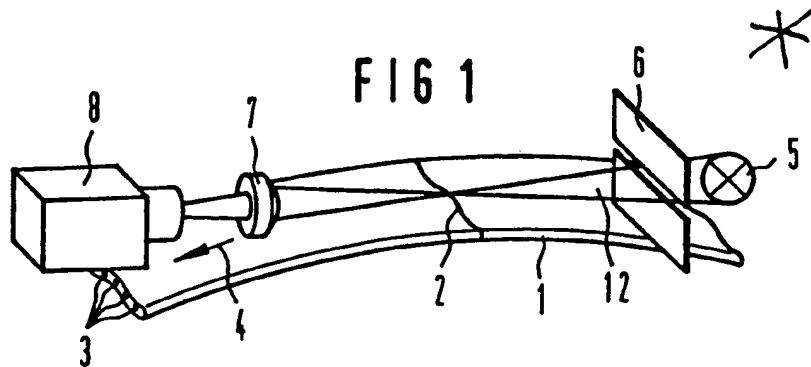


FIG 2



FIG 3

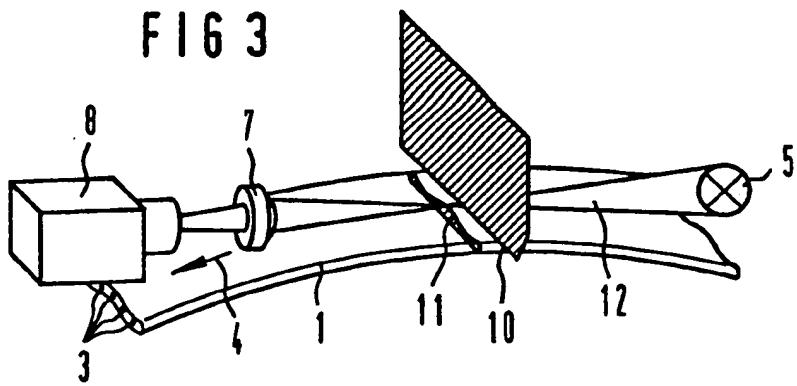


FIG 4

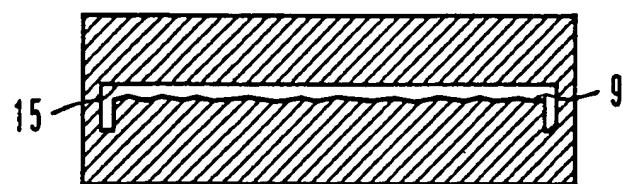


FIG 5

